

## پرسش 1:

به منظور ایجاد کمترین تغییرات در مسیر داده، قالب دستورات مورد نظر به شکل زیر انتخاب شده است:

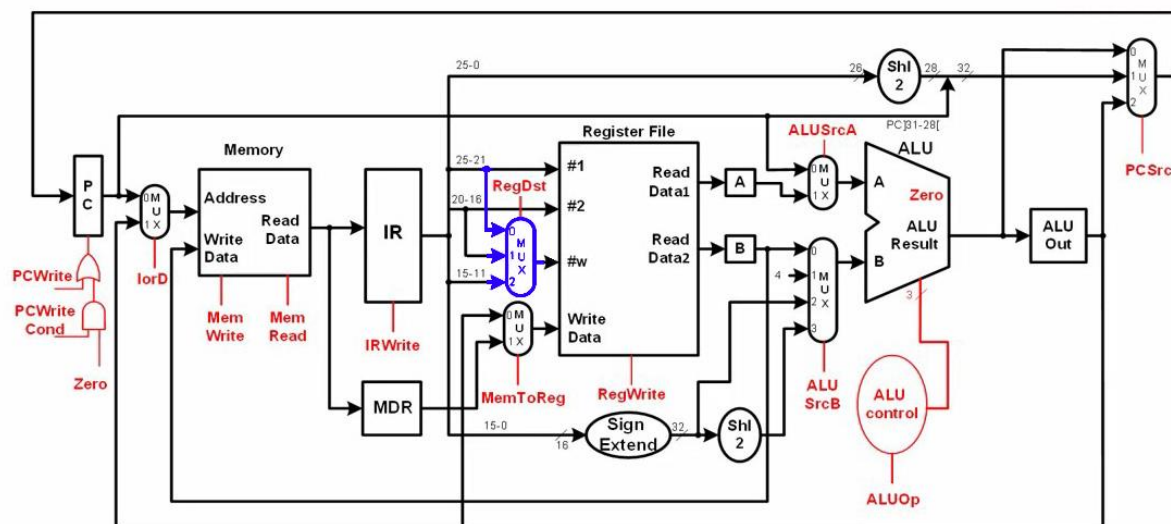
push R<sub>i</sub>

opcode[6]	11101 (5'd29)	i [5]	Don't Care [16]
31	26 25	21 20	16 15
0			

pop R<sub>i</sub>

opcode[6]	11101 (5'd29)	00000 (5'd0)	i [5]	Don't Care [11]
31	26 25	21 20	16 15	11 10
0				

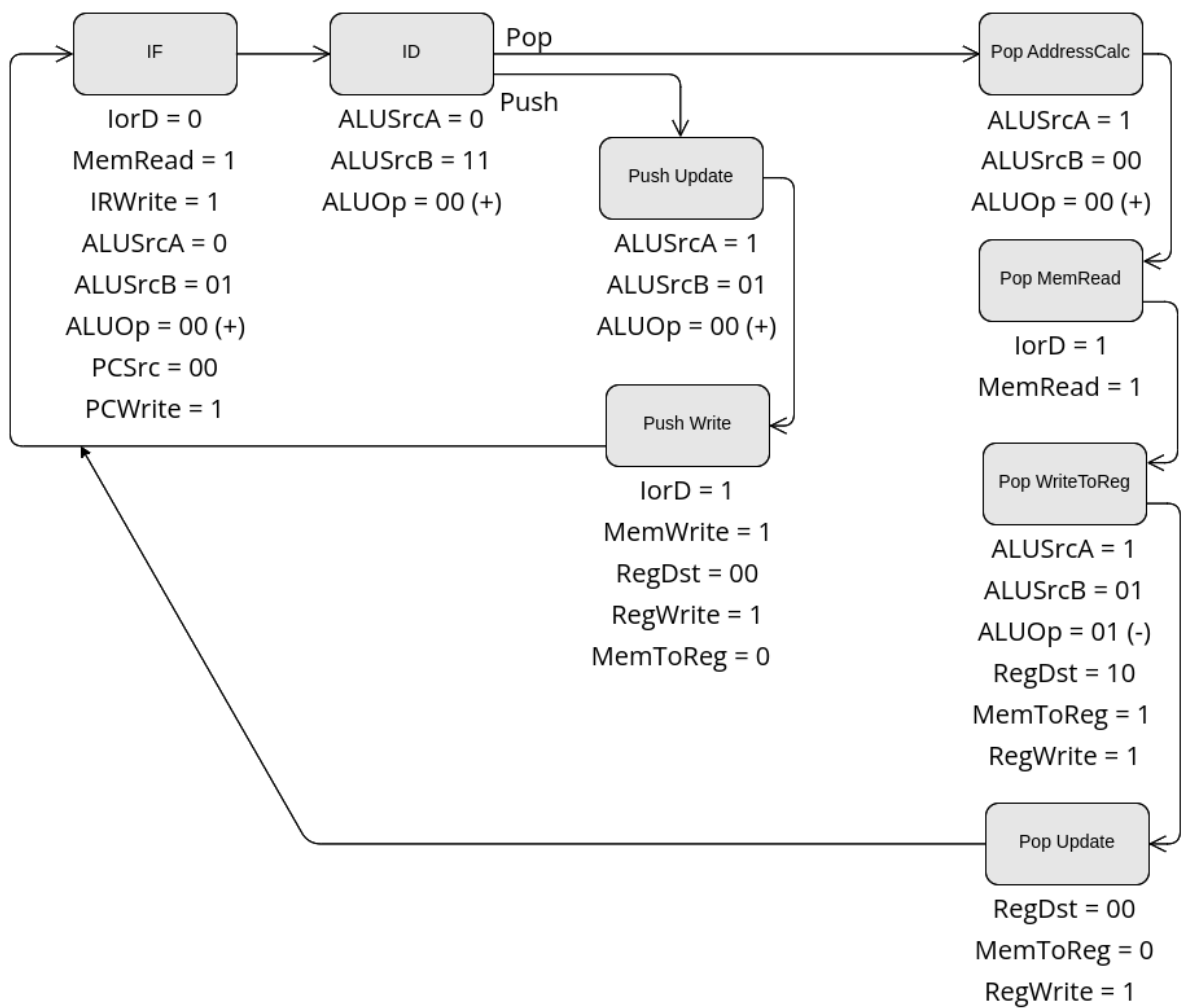
مسیر داده به شکل زیر تغییر یافته است (مولتی پلکسر تغییر یافته به رنگ آبی نشان داده شده است):



جدول سیگنال‌های واحد کنترل:

	memWrite	memRead	lorD	IRWrite	regDst	memToReg	regWrite	ALUSrcA	ALUSrcB	ALUOp	PcSrc	PcWrite	PcWriteCond
Instruction Fetch (IF)	0	1	0	1	—	—	0	0	01 (4)	00 (+)	00 (ALU)	1	0
Instruction Decode (ID)	0	0	—	0	—	—	0	0	11 (Shl2)	00 (+)	—	0	0
Push Update	0	0	—	0	—	—	0	1	01 (4)	00 (+)	—	0	0
Push Write	1	0	1	0	00	0	1	—	—	—	—	0	0
Pop AddressCalc	0	0	—	0	—	—	0	1	00 (B)	00 (+)	—	0	0
Pop MemRead	0	1	1	0	—	—	0	—	—	—	—	0	0
Pop WriteToReg	0	0	—	0	10	1	1	1	01 (4)	01 (-)	—	0	0
Pop Update	0	0	—	0	00	0	1	—	—	—	—	0	0

نمودار حالت واحد کنترل:



## پرسش 2:

### پیاده‌سازی به روش Micro-Memory:

در Micro-Memory، هر ریز دستور یک سطر در حافظه می‌شود که هر کدام 40 بیت برای تعیین سیگنال‌های کنترلی نیاز دارد.

پس در این نوع پیاده‌سازی،  $20000 = 40 \times 500$  بیت فضا اشغال می‌شود. اما از آنجایی که برای پیاده‌سازی از ROM استفاده کردیم، تعداد سطرها باید توانی از 2 باشند و در نتیجه به 512 سطر نیاز داریم که 12 تا از آن خالی می‌ماند.

کل فضای مورد نیاز برابر با  $20480 = 40 \times 512$  بیت خواهد بود.

### پیاده‌سازی به روش Nano-Memory:

در Nano-Memory، هر ریز دستور یکتا، یک سطر در حافظه نانو می‌شود که هر کدام 40 بیت برای تعیین سیگنال‌های کنترلی نیاز دارد.

پس در این نوع پیاده‌سازی، حافظه نانو  $8000 = 40 \times 200$  بیت فضا اشغال می‌کند. اما از آنجایی که برای پیاده‌سازی از ROM استفاده کردیم، تعداد سطرها باید توانی از 2 باشند و در نتیجه به 256 سطر نیاز داریم که 56 تا از آن خالی می‌ماند.

کل فضای مورد نیاز حافظه نانو برابر با  $10240 = 40 \times 256$  بیت خواهد بود.

از طرفی در حافظه میکرو مانند حالت قبل، 512 سطر خواهیم داشت که هر کدام 8 بیت برای آدرس‌دهی حافظه نانو نیاز دارند. پس حافظه میکرو به  $4096 = 8 \times 512$  بیت نیاز دارد.

در نتیجه کل حافظه مصرفی در این نوع پیاده‌سازی برابر با  $14336 = 4096 + 10240$  بیت خواهد بود.

میزان صرفه‌جویی در حافظه در این نوع پیاده‌سازی، برابر با  $6144 = 20480 - 14336$  بیت خواهد بود.